

**Tesis Monográfica para optar al Título de  
Ingeniero Eléctrico**

**Título**

**“DISEÑO DE CONTROL AUTOMATIZADO DE TRES BANDAS  
TRANSPORTADORA DE PIEZAS UTILIZANDO LOGO SOFT  
COMFORT Y EL PLC LOGO 230 RC DE SIEMENS PARA LA  
INDUSTRIA”.**

**Autores:**

- Br. Tadeo Santiago Lopez Vargas    El 2011-36826
- Br. Juan Carlos Pérez Loaisiga      Eo 2012-42058

**Tutor:**

MSc.Ing. Ernesto Jose Lira Rocha

**Managua, Mayo 2018**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|       |   |    |
|-------|---|----|
| I.    | Introducción .....  | 5  |
| II.   | Antecedente .....   | 7  |
| III.  | Justificación .....   | 8  |
| IV.   | Objetivos del Estudio .....   | 9  |
| 3.1   | Objetivo General .....  | 9  |
| 3.2   | Objetivo Específico .....   | 9  |
| V.    | Marco Teórico .....   | 10 |
| 5.1   | Banda transportadora .....  | 10 |
| 5.2   | Partes de una Banda transportadora .....  | 10 |
| 5.2.1 | Generalidades .....   | 10 |
| 5.3   | Mando de bandas transportadoras con LOGO. ....  | 12 |
| 5.4   | Control Lógico programable PLC .....  | 13 |
| 5.5   | Descripción del proceso a resolver mediante el control PLC de la Banda transportadora. .. | 40 |
| 5.5.1 | Criterios de diseño y dimensionamiento de la instalación. ....                            | 41 |
| VI.   | Hipótesis y variables .....   | 42 |
| VII.  | Metodología de Trabajo .....  | 43 |
| 7.1   | Recopilación de la información y trabajo de campo.....                                    | 43 |
| 7.2   | Procedimientos para el control de la cinta transportadora en logo Soft Comfort.....       | 43 |
| 7.3   | Análisis de datos.....  | 44 |
| 7.4   | Análisis de problemas potenciales .....   | 45 |
| 7.5   | Búsqueda en el mercado local los equipos.....   | 45 |
| 7.6   | Elaborar el informe del estudio para la implementación del sistema .....                  | 45 |
| VIII. | Programación del PLCs logo 230 RC .....   | 46 |
| IX.   | Solución al control de las bandas transportadoras.....                                    | 51 |
| 9.1   | Descripción del funcionamiento.....   | 51 |
| 9.2   | Mando de Banda Transportadora con LOGO .....  | 53 |
| 9.3   | Componentes utilizados .....  | 54 |
| 9.4   | Ventajas y particularidades .....   | 54 |
| X.    | Conclusiones .....  | 55 |
| XI.   | Bibliografía .....  | 56 |



## LISTA DE ABREVIACIONES

|     |                                 |
|-----|---------------------------------|
| PLC | Controlador lógico programable. |
| RPM | Revoluciones por minuto.        |
| VDF | Variador de frecuencia          |
| V   | Voltio                          |
| Hz  | frecuencia                      |
| Ns  | velocidad síncrona rpm          |
| P   | Potencia                        |
| VCA | Voltaje de corriente alterna    |
| W   | Vatios                          |
| HP  | Horse Power                     |

---

## I. Introducción

Los sistemas automatizados ocupan un lugar clave en el sector de la industria actual, la implantación de estos sistemas se demanda desde las cadenas de montaje y fabricación de todo tipo de productos, hasta los transportes, tanto de mercancías como de personas.

Este avance en el campo de la automatización industrial ha permitido una mayor especialización de los procesos, adaptando las instalaciones y los equipos a las tareas encomendadas y por consiguiente aumentando los rendimientos.

Estas bandas Transportadoras, vienen desempeñando un rol muy importante en los diferente procesos industriales y esta se debe a varias razones entre las que destacamos las grandes distancias a las que se efectúa el transporta, su facilidad de adaptación al terreno, su gran capacidad de transporte, la posibilidad de transporte diversos materiales, por tal razón surge la necesidad de automatizar el proceso, ya que antiguamente el sistema era manual, ósea activado por el operador,

Este estudio se centra en mejorar el sistema de tres bandas (Gobernadas por motores eléctricos) destinadas a transportar piezas. Donde la instalación antepuesta a las bandas transportadoras alimenta la banda con piezas cada 30 segundos. Por esta banda, cada pieza necesitara aproximadamente un minuto para llegar. Como la instalación antepuesta puede presentar tiempos muertos, las bandas transportadoras deberán ponerse en marcha y parar automáticamente si hay que transportar piezas o no.

En todo sistema de automatización, ya sea en líneas de fabricación o de transporte, el uso de bandas transportadoras es muy común ya que permite un movimiento uniforme y controlado en toda su superficie, facilita la entrada y salida de mercancías en el proceso y sus diferentes diseños permiten que se puedan integrar fácilmente en un ambiente industrial.

---

A medida que la electrónica avanza es necesario hacer cada vez más eficientes los procesos de producción, éste es el caso de aquellos procesos que involucren bandas transportadoras donde se pueda mejorar el control y gobierno de la misma de manera automatizada ya sea por el uso variadores de frecuencia.

Estos sistemas de velocidad variable se pueden aplicarse en aquellos procesos donde se requiera regular el flujo a diferentes cargas.

Partiendo de la premisa se busca automatizar parte de los procesos del traslado de piezas, es obvio que existen varias maneras de lograr este propósito, a través del uso de PLCs y además mediante la aplicación de los variadores de frecuencia como habíamos mencionado.

Por lo que tienen la necesidad de buscar alternativas que les proporcionen los mismos beneficios y características a un costo módico, la aplicación de variadores de frecuencia en los procesos de la industria representa algunas ventajas para las empresas que deciden hacerlo una de ellas es el ahorro en el consumo de energía, el mismo que se ve reflejado en la economía de las mismas.

El estudio propone mejorar el diseño y automatización del control eléctrico mediante el uso de PLC, que brinde una mejor gobernabilidad sobre los distintos parámetros del proceso, para mejorar aspectos como la operatividad de la banda, la flexibilidad en el manejo de las piezas y la adecuación de sus condiciones de trabajo.

---

## II. Antecedente

En el centro de documentación monográfica de la UNI-FEC se encontró el trabajo monográfico “ **Propuesta de diseño de un sistema de automatización de una cinta de transportadora utilizada en la industria minera**” el cual fue desarrollado por los ingenieros Eduardo Varela y Marvin Sequeira en el cual utilizaron un software para el diseño de planos eléctricos de una determinada aplicación de cintas transportadoras y donde el proceso podríamos decir que es semiautomático.

En el caso nuestro, es algo más innovador ya que utilizaremos un PLC donde se pretende que el proceso sea automático, de igual manera las dos aplicaciones de bandas transportadoras son de aplicaciones para diferentes industrias.

El uso de banda transportadoras de piezas en la industria minera, manufacturera es de gran importancia, algunos sistemas se diseñan con accionamientos eléctricos lo cual es un proceso semiautomático, además carentes de normas para la prevención de los riesgos profesionales

Actualmente industrias como arenas de Nicaragua utilizan bandas en las cuales se han ejecutado una serie de medidas entre ellas los cambios en los diseños de accionamiento eléctrico y automatismo eléctrico, implementación de medios de protección y seguridad.

A pesar de todos estos cambios el sistema de control sigue siendo semiautomático, por lo que se necesita buscar nuevas alternativas de diseño .

---

### III. Justificación

Viendo la necesidad que tienen las industrias manufacturas o mineras para el control de sistemas de transportes como las bandas transportadoras y con el fin de aprovechar al máximo el controlador lógico programable **PLCs**.

Además respetándose claramente los sistemas que ya se conocen en los diseños de bandas transportadoras existentes, pero no con el comportamiento exacto, porque creemos que no hay dos bandas transportadoras de diferentes empresas que lleven la misma lógica de programación y control.

Con esta nueva propuesta mediante la utilización de un PLCs se busca diseñar un programa que controle las bandas transportadoras y así mismo que cumpla con las necesarias premisas de control automático, pero además que cumpla con la prevención de los riesgos tanto de los operarios como del personal de mantenimiento.

Se benefician los usuarios finales en este caso las industrias que poseen este tipo de maquinaria al obtener información sobre la programación del lenguaje de logo Soft Comfort, permitiendo una forma de retroalimentación a sus equipos de ingenieros de mantenimiento.

Se benefician los estudiantes y profesores con el fin de promover el legado de enseñanza y para contribuir a que el estudiantado posea las herramientas necesarias para una formación integral, una de las formas más eficientes en la consolidación del conocimiento es mediante la realización de un estudio teórico de la información con una posterior aplicación en la práctica de la misma.



---

## IV. Objetivos del Estudio

### 3.1 Objetivo General

- Diseñar el control automatizado de tres bandas transportadora de piezas utilizando logo **Soft comfort** y el **PLC logo 230 RC** de **Siemens** para la industria.

### 3.2 Objetivo Específico

- Conocer las diferentes herramientas del software logo Soft comfort para poder automatizar un proceso mediante un lenguaje de programación propio de este software para el control de las bandas transportadoras.
- Elaborar el diseño del control y mando de las tres bandas transportadoras de piezas mediante el software logo Soft Comfort que garantice el envío, tiempos muertos para el control de cada banda transportadora.
- Aumentar el conocimiento en la programación de PLCs para la realización de proyectos industriales.

---

## **V. Marco Teórico**

A continuación se describirán algunos conceptos relevantes que permitirán comprender el estudio actual, que son indispensables para el cumplimiento de los objetivos planteados del estudio.

### **5.1 Banda transportadora**

Es un aparato para el transporte de objetos formado por dos poleas que mueven una cinta transportadora continua. Las poleas son movidas por motores, haciendo girar la Banda transportadora y así lograr transportar las piezas depositado en la misma.

### **5.2 Partes de una Banda transportadora**

#### **5.2.1 Generalidades**

Las Banda transportadoras son elementos auxiliares de las instalaciones, cuya misión es transportar, elevar o distribuir materiales hacia otro punto. Son aparatos que funcionan solos, intercalados en las líneas de proceso y que no requieren generalmente de ningún operario que las manipule directamente de forma continuada.

Las bandas transportadoras sirven para el transporte horizontal o inclinado de objetos sólidos o material a granel cuyas dos ventajas principales son:

- Gran velocidad.
- Grandes distancias.

Su función más importante, a nivel de transporte, es hacerlo de forma continua, tanto de materiales homogéneos como mezclados, a distancias que pueden oscilar entre algunos metros y decenas de kilómetros.

Uno de los componentes principales de los transportadores es la banda de goma, que ejerce una doble función:

- Contener el material transportado.
- Transmitir la fuerza necesaria para transportar la carga.

Los ramales, superior y de retorno de la banda, descansan sobre una serie de rodillos soportados por estructuras metálicas. En los dos extremos del transportador, la banda se enrolla en tambores, uno de los cuales, acoplado a un órgano motor, transmite el movimiento.

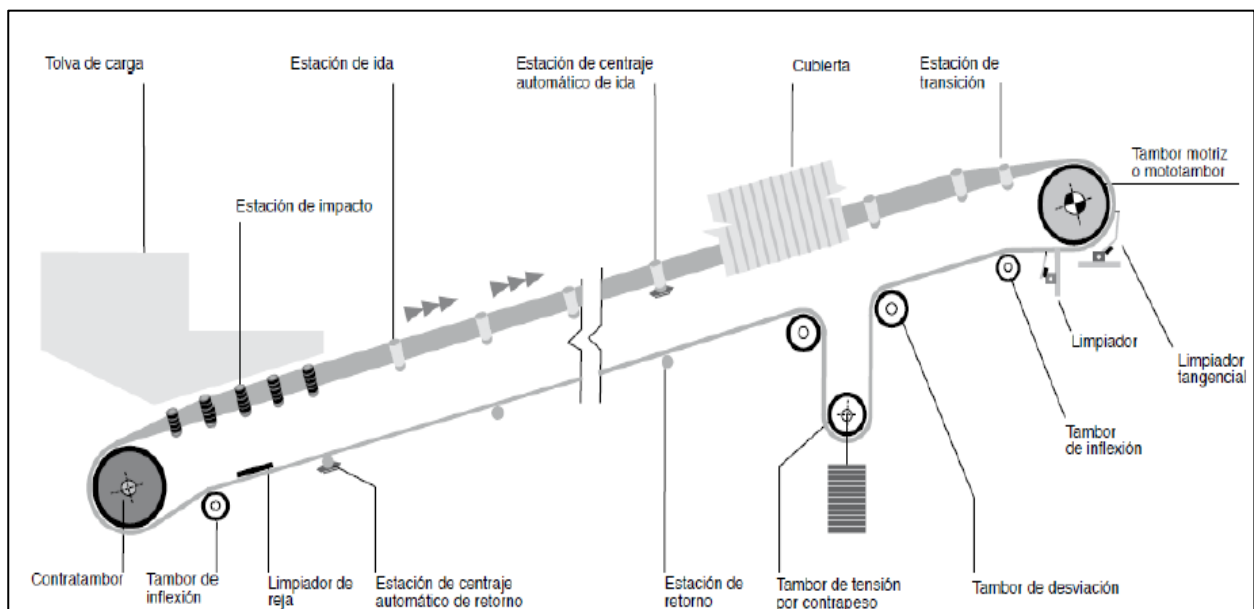


Figura: Componentes principales de una banda transportadora

---

### **5.3 Mando de bandas transportadoras con LOGO.**

#### **a) Ejemplo de aplicación**

El mando de las bandas de transporte y secado lo ha organizado ahora con un LOGO, sustituyendo a ocho relés de tiempo y un conmutador horario. El resultado ha sido una solución un tercio más barata que con tecnología convencional.

El mando debía asegurar el que las bandas transportadoras de la línea arranquen de forma automática y lenta, para evitar un consumo de corriente excesivo durante la puesta en marcha. El cliente exigía además que las bandas puedan arrancarse y pararse de forma coordinada. Un caso típico para aplicar LOGO.

El trabajo de este módulo lógico comienza con el arranque automático de la instalación y la conexión de los ventiladores.

Un cuarto de hora más tarde LOGO arranca lenta y escalonadamente en cinco minutos las cuatro cintas secadoras.

Sólo 3 1/2 horas después – el tiempo que tardan las bandas en calentarse – el mando permite arrancar, también escalonadas en el tiempo, las tres bandas que conducen los textiles a través de los baños de impregnación.

Una vez terminada la producción diaria, las bandas de la línea se desconectan a través de un pulsador al efecto. LOGO sólo desconecta los ventiladores una hora después.

Y el que LOGO establezca también referencias en comodidad de manejo y ahorro de costes ha dejado de ser también un secreto.

---

## 5.4 Control Lógico programable PLC

El Controlador Lógico Programable (PLC) nació como solución al control de circuitos complejos de automatización. Por lo tanto se puede decir que un PLC no es más que un aparato electrónico que sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos.

A él se conectan los captadores (finales de carrera, pulsadores, etc.) por una parte, y los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, pequeños receptores, etc.) por otra.

### Campos de aplicación

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.

- 
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.
  - Maniobra de máquinas.
  - Maniobra de instalaciones.
  - Señalización y control.
  - Chequeo de Programas
  - Señalización del estado de procesos

Tal y como dijimos anteriormente, esto se refiere a los Controlador Lógico Programable industriales, dejando de lado los pequeños PLC para uso más personal (que se pueden emplear, incluso, para automatizar procesos en el hogar, como la puerta de un cochera o las luces de la casa).

### **Modo de Funcionamiento**

Los Controladores Lógicos Programables son máquinas secuenciales que ejecutan correlativamente las instrucciones indicadas en el programa de usuario almacenado en su memoria, generando unas órdenes o señales de mando a partir de las señales de entrada leídas de la planta (aplicación): al detectarse cambios en las señales, el autómatas reacciona según el programa hasta obtener las órdenes de salida necesarias. Esta secuencia se ejecuta continuamente para conseguir el control actualizado del proceso.

La secuencia básica de operación del autómatas se puede dividir en tres fases principales:

- Lectura de señales desde la interfaz de entradas.
- Procesado del programa para obtención de las señales de control.
- Escritura de señales en la interfaz de salidas.

A fin de optimizar el tiempo, la lectura y escritura de las señales se realiza a la vez para todas las entradas y salidas; Entonces, las entradas leídas de los módulos de entrada se guardan en una memoria temporal (Imagen entradas).

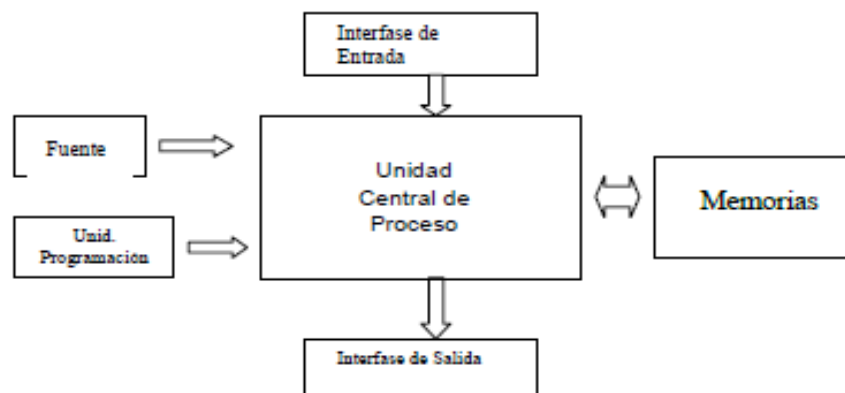
---

A esta acude la CPU en la ejecución del programa, y según se va obteniendo las salidas, se guardan en otra memoria temporal (imagen de salida). Una vez ejecutado el programa completo, estas imágenes de salida se transfieren todas a la vez al módulo de salida.

### Ciclo de funcionamiento

El funcionamiento del Controlador Lógico Programable es, salvo el proceso inicial que sigue a un Reset, de tipo secuencial y cíclico, es decir, las operaciones tienen lugar una tras otra, y se van repitiendo continuamente mientras el autómata esté bajo tensión.

La figura muestra esquemáticamente la secuencia de operaciones que ejecuta el autómata, siendo las operaciones del ciclo de operación las que se repiten indefinidamente. El ciclo de funcionamiento se divide en dos partes como se puede observar en el esquema de diagrama de la figura llamados Proceso Inicial y Ciclo de Operación.



### Proceso inicial

Como se muestra en la figura, antes de entrar en el ciclo de operación el autómata realiza una serie de acciones comunes, que tratan fundamentalmente de inicializar los estados del mismo y chequear el hardware. Estas rutinas de chequeo, incluidas en el programa monitor ROM, comprueban:

- 
- El bus de conexiones de las unidades de E/S.
  - El nivel de la batería, si esta existe
  - La conexión de las memorias internas del sistema
  - El módulo de memoria exterior conectado, si existe.

Si se encontrara algún error en el chequeo, se activaría el LED de error y quedaría registrado el código del error.

Comprobadas las conexiones, se inicializan las variables internas:

- Se ponen a OFF las posiciones de memoria interna (excepto las mantenidas o protegidas contra perdidas de tensión)
- Se borran todas las posiciones de memoria imagen E/S.
- Se borran todos los contadores y temporizadores (excepto los mantenidos o protegidos contra perdidas de tensión).

Transcurrido el Proceso Inicial y si no han aparecido errores el autómatas entra en el Ciclo de Operación.

Ciclo de operación Este ciclo puede considerarse dividido en tres bloques:

- Proceso Común
- Ejecución del programa
- Servicio a periféricos

### **Proceso común:**

En este primer bloque se realizan los chequeos cíclicos de conexiones y de memoria de programa, protegiendo el sistema contra:

- Errores de hardware (conexiones E/S, ausencia de memoria de programa, etc).
- Errores de sintaxis (programa imposible de ejecutar).



---

El chequeo cíclico de conexiones comprueba los siguientes puntos:

- Niveles de tensión de alimentación
- Estado de la batería si existe.
- Buses de conexión con las interfaces

El chequeo de la memoria de programa comprueba la integridad de la misma y los posibles errores de sintaxis y gramática:

- Mantenimiento de los datos, comprobados en el "checksum".
- Existencia de la instrucción END de fin de programa
- Estructura de saltos y anidamiento de bloque correctas
- Códigos de instrucciones correctas

Ejecución del programa:

En este segundo bloque se consultan los estados de las entradas y de las salidas y se elaboran las órdenes de mando o de salida a partir de ellos. El tiempo de ejecución de este bloque de operaciones es la suma del:

- Tiempo de acceso a interfaces de E/S.
- Tiempo de escrutación de programa

Y a su vez esto depende, respectivamente de:

- Número y ubicación de las interfaces de E/S.
- Longitud del programa y tipo de CPU que lo procesa

### **Servicio a periféricos**

Este tercer y último bloque es únicamente atendido si hay pendiente algún intercambio con el exterior. En caso de haberlo, la CPU le dedica un tiempo limitado, de 1 a 2 ms, en atender el intercambio de datos. Si este tiempo no fuera suficiente, el servicio queda interrumpido hasta el siguiente ciclo.

---

## Tiempo de ejecución y control en tiempo real

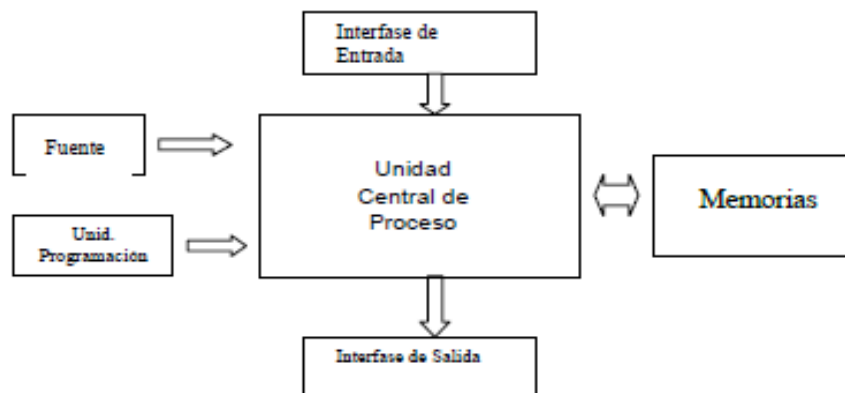
El tiempo total que el Controlador Lógico Programable emplea para realizar un ciclo de operación se llama tiempo de ejecución de *ciclo de operación* o más sencillamente tiempo de ciclo "Scan time". Dicho tiempo depende de:

- El número de E/S involucradas.
- La longitud del programa usuario
- El número y tipo de periféricos conectados al autómata.

Los tiempos totales de ciclos son entonces la suma de tiempos empleados en realizar las distintas operaciones del ciclo

- Autodiagnóstico (Proceso común)
- Actualización de E/S (Ejecución del programa)
- Ejecución de programa.(Ejecución del programa)
- Servicio a periféricos.(Servicio a periféricos)

## Estructura Externa



---

El término estructura externa o configuración externa de un Controlador Lógico programable industrial se refiere al aspecto físico exterior del mismo, bloques o elementos en que está dividido.

Actualmente son tres las estructuras más significativas que existen en el mercado:

- Estructura compacta
- Estructura semimodular. (Estructura Americana).
- Estructura modular. (Estructura Europea)

### **Estructura compacta**

Este tipo de Controlador Lógico Programable se distingue por presentar en un solo bloque todos sus elementos, esto es, fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas/salidas, etc.

Son los PLC de gama baja o nanoautómatas los que suelen tener una estructura compacta. Su potencia de proceso suele ser muy limitada dedicándose a controlar máquinas muy pequeñas o cuadros de mando.

### **Estructura semimodular**

Se caracteriza por separar las E/S del resto del Controlador Lógico Programable, de tal forma que en un bloque compacto están reunidas las CPU, memoria de usuario o de programa y fuente de alimentación y separadamente las unidades de E/S .

Son los Controlador Lógico Programable de gama media los que suelen tener una estructura semimodular (Americana).

---

## **Estructura modular**

Su característica principal es la de que existe un módulo para cada uno de los diferentes elementos que componen el PLC como puede ser una fuente de alimentación, CPU, E/S, etc.

La sujeción de los mismos se hace por riel DIN, placa perforada o sobre RACK, en donde van alojado el BUS externo de unión de los distintos módulos que lo componen.

Son los PLC de gama alta los que suelen tener una estructura modular, que permiten una gran flexibilidad en su constitución.

## **Unidad de Programación**

Es el conjunto de medios, hardware y software mediante los cuales el programador introduce y depura sobre las secuencias de instrucciones (en uno u otro lenguaje) que constituyen el programa a ejecutar. Esta puede estar constituida por un teclado pequeño adosable al controlador, donde cada tecla responderá a un elemento del circuito/programa a desarrollar.

## **Fuente de Alimentación**

La fuente de alimentación proporciona las tensiones necesarias para el funcionamiento de los distintos circuitos del sistema. La alimentación a la CPU puede ser de continua a 24 Vcc, tensión muy frecuente en cuadros de distribución, o en alterna a 110 / 220 Vca.

En cualquier caso es la propia CPU la que alimenta las interfaces conectadas a través del bus interno. La alimentación a los circuitos E/S puede realizarse, según tipos, en alterna a 48/110/220 Vca o en continua a 12/24/48 Vcc.

---

La fuente de alimentación del Controlador Lógico Programable puede incorporar una batería de reserva, que se utiliza para el mantenimiento de algunas posiciones internas y del programa usuario en memoria RAM, o cuando falla la alimentación o se apaga el Controlador Lógico Programable.

### **Unidad Central de Proceso**

La CPU (Central Processing Unit) es la parte inteligente del sistema. Interpreta las instrucciones del programa de usuario y consulta el estado de las entradas. Dependiendo de dichos estados y del programa, ordena la activación de las salidas deseadas. La CPU está constituida por los siguientes elementos:

- Procesador
- Memoria monitor del sistema
- Circuitos auxiliares

### **Procesador**

Está constituido por el microprocesador, el reloj (generador de onda cuadrada) y algún chip auxiliar. El microprocesador es un circuito integrado (chip), que realiza una gran cantidad de operaciones, que podemos agrupar en:

- Operaciones de tipo lógico
- Operaciones de tipo aritmético.
- Operación de lectura y modificación de datos.
- Operaciones de entrada - salida
- Operaciones de control de la transferencia de la información dentro del autómata.

Para que el microprocesador pueda realizar todas estas operaciones está dotado de unos circuitos internos que son los siguientes:

- 
- Circuitos de la unidad aritmética y lógica o ALU: Es la parte donde se realizan los cálculos y las decisiones lógicas para controlar el autómata.
  - Circuitos de la unidad de control (UC) o Decodificador de instrucciones: Decodifica las instrucciones leídas en memoria y se generan las señales de control.
  - Acumulador: Es la encargada de almacenar el resultado de la última operación realizada por el ALU.
  - Flags: o indicadores de resultado, que pueden ser consultados por el programa.
  - Contador de programa: Encargada de la lectura de las instrucciones de usuario.
  - Bus (interno): No son circuitos en si, sino zonas conductoras en paralelo que transmiten datos, direcciones, instrucciones y señales de control entre las diferentes partes del Controlador Lógico Programable

### **Memoria monitor del sistema**

Es una memoria de tipo ROM, Lectura y escritura en las interfaces de E/S. operativo del autómata contiene las siguientes rutinas, incluidas por el fabricante.

- Inicialización tras puesta en tensión o reset.
- Rutinas de test y de respuesta a error de funcionamiento.
- Intercambio de información con unidades exteriores.
- Lectura y escritura en las interfaces de E/S.
- Funciones básicas de la CPU

En la memoria ROM del sistema, el fabricante ha grabado una serie de programas ejecutivos, software del sistema y es a estos programas a los que accederá el procesador para realizar las funciones.

El software del sistema de cualquier Controlador Lógico Programable consta de una serie de funciones básicas que realiza en determinados tiempos de cada ciclo.

---

En general cada Controlador Lógico Programable contiene y realiza las siguientes funciones:

- Vigilar que el tiempo de ejecución del programa de usuario, que no exceda de un determinado tiempo máximo. A esta función se le denomina Watchdog.
- Ejecutar el Programa del usuario
- Crear una imagen de las entradas, ya que el programa de usuario no debe acceder directamente a dichas entradas.
- Renovar el estado de las salidas en función de la imagen de las mismas, obtenida al final del ciclo de ejecución del programa usuario.
- Cheque del sistema

## **Memorias**

La memoria es el almacén donde el Controlador Lógico Programable guarda todo cuanto necesita para ejecutar la tarea de control:

- Datos Del proceso.
- Señales de planta, entradas y salidas.
- Variables internas, de bit y de palabra.
- Datos alfanuméricos y constantes.
- Datos de control:
- Instrucciones de usuario (programa)
- Configuración Controlador Lógico Programable (modo de funcionamiento, número de e/s conectadas, ...)

Existen varios tipos de memorias:

- RAM. Memoria de lectura y escritura.
- ROM. Memoria de solo lectura, no reprogramable.
- EPROM. Memoria de solo lectura, reprogramables con borrado por ultravioletas.

- 
- **EEPROM.** Memoria de solo lectura, alterables por medios eléctricos.

La memoria RAM se utiliza principalmente como memoria interna, y únicamente como memoria de programa en el caso de que pueda asegurarse el mantenimiento de los datos con una batería exterior.

La memoria ROM se utiliza para almacenar el programa monitor del sistema como hemos visto en el apartado dedicado a la CPU.

Las memorias EPROM se utilizan para almacenar el programa de usuario, una vez que ha sido convenientemente depurada.

Las memorias EEPROM se emplean principalmente para almacenar programas, aunque en la actualidad es cada vez más frecuente el uso de combinaciones RAM + EEPROM (NOVRAM), utilizando estas últimas como memorias de seguridad que salvan el contenido de las RAM.

Una vez reanudada la alimentación, el contenido de la EEPROM se vuelca sobre la RAM. Las soluciones de este tipo están sustituyendo a las clásicas RAM + batería puesto que presentan muchos menos problemas.

## **Memoria interna**

En un Controlador Lógico Programable, la memoria interna es aquella que almacena el estado de las variables que maneja, entradas, salidas, contadores, relees internos, señales de estado, etc.

Esta memoria interna se encuentra dividida en varias áreas, cada una de ellas con un cometido y características distintas. La clasificación de la memoria interna no se realiza atendiendo a sus características de lectura y escritura, sino por el tipo de variables que almacena y el número de bits que ocupa la variable. Así, la memoria interna del Controlador Lógico Programable queda clasificada en las siguientes áreas.



---

Área de imágenes de entradas/salidas y Área interna (IR).

**En esta área de memoria se encuentran:**

- Los canales (registros) asociados a los terminales externos (entradas y salidas).
- Los relees internos (no correspondidos con el terminal externo), gestionados como relees de E/S.
- Los relees E/S no usados pueden usarse como IR.
- No retienen estado frente a la falta de alimentación o cambio de modo de operación.

Área especial (SR). Son relees de señalización de funciones particulares como:

- Servicio ( siempre ON, OFF)
- Diagnósticos ( señalización o anomalías)
- Temporizaciones (relojes a varias frecuencias)
- Calculo
- Comunicaciones.
- Accesible en forma de bit o de canal.
- No conservan su estado en caso de fallo de alimentación o cambio de modo.

Área auxiliar (AR).

- Contienen bits de control e información de recursos de PLC como: puertos periféricos, casetes de memoria. Se dividen en dos bloques: Señalización: Errores de configuración, datos del sistema. Memorización y gestión de datos
- Es un área de retención.
- Accesible en forma de bit o de canal.
- No conservan su estado en caso de fallo de alimentación o cambio de modo

---

### Área de enlace (LR).

- Dedicados al intercambio de información entre PLC's.
- Si no se utilizan como LR pueden usarse como IR.
- Accesible en forma de bit o canal
- No conservan su estado en caso de fallo de alimentación o cambio de modo. Área de retención (HR).
- Mantienen su estado ante fallos de alimentación o cambio de modo de PLC.
- Son gestionados como los IR y direccionables como bit o como canal.

### Área de temporizadores y contadores (TIM/CNT).

- Es el área de memoria que simula el funcionamiento de estos dispositivos.
- Son usados por el PLC para programar retardos y cuentas.

### Área de datos (DM).

- Se trata de memoria de 16 bits (palabra).
- Utilizable para gestión de valores numéricos.
- Mantiene su estado ante cambios de modos de trabajo o fallo de alimentación.
- Direccionables como Canal (palabra).
- Esta área suele contener los parámetros de configuración del PLC (setup).

Las variables contenidas en la memoria interna, pueden ser consultadas y modificadas continuamente por el programa, cualquier número de veces. Esta actualización continua de los datos obliga a construir la memoria con dispositivos RAM.

## **Memoria de programa**

La memoria de programa, normalmente externa y enchufable a la CPU mediante casete de memoria, almacena el programa escrito por el usuario para su aplicación.

---

Cada instrucción del usuario ocupa un paso o dirección del programa. Las memorias de programa o memorias de usuario son siempre de tipo permanente RAM + batería o EPROM / EEPROM. Por lo general la mayoría de los fabricantes de autómatas ofrecen la posibilidad de utilizar memorias RAM con batería para la fase de desarrollo y depuración de los programas, y de pasar estos a memorias no volátiles EPROM o EEPROM una vez finalizada esta fase.

La ejecución del programa en el módulo es siempre prioritaria, de forma que si se da tensión al autómata con un módulo conectado, la CPU ejecuta su programa y no el contenido en memoria RAM interna.

## **Interfaces**

En el control de un proceso automatizado, es imprescindible un dialogo entre operador-máquina junto con una comunicación entre la máquina y el Controlador Lógico Programable, estas comunicaciones se establecerán por medio del conjunto de entradas y salidas del citado elemento. Todas las señales provenientes del campo son informadas a la CPU, luego de ser tomadas por los captosres de entradas, y a su vez, las órdenes generadas por la CPU son comunicadas a los elementos del proceso bajo control por medio de las interfaces de salida. Los Controlador Lógico Programable son capaces de manejar tensiones y corrientes de nivel industrial, gracias a que disponen un bloque de circuitos de interfaz de E/S muy potente, que les permite conectarse directamente con los sensores y accionamientos del proceso.

En los controladores más sencillos, las interfases de entrada se encargan de convertir la tensión o la corriente que reciben de los sensores, limites de carrera, pulsadores, llaves, etc., en niveles apropiados para la operación de la CPU. De la misma manera las interfaces de salida permiten partiendo de las señales de baja tensión originadas en la CPU, comandar contactores, solenoides de válvulas, arrancadores de motores, valiéndose de DIACs, TRIACs, relés etc.

---

Las señales digitales o discretas como los interruptores, son simplemente una señal de 1 ó 0, Verdadero o Falso, respectivamente. Los interruptores son ejemplos de dispositivos que proporcionan una señal discreta, que son enviadas usando la tensión o la intensidad, donde un rango específico corresponderá al On y otro rango al Off.

Un PLC puede utilizar 24V de corriente continua en la E/S donde valores superiores a 22V representan un On, y valores inferiores a 2V representan Off. Inicialmente los PLC solo tenían E/S discretas. A medida que la complejidad de los PLC aumenta, es necesario contar con otro tipo de interfases que puedan interpretar señales analógicas provenientes del proceso y emitirlas como salidas. Las señales analógicas son como controles de volúmenes, con un rango de valores entre 0 y el tope de escala.

Esto es normalmente interpretado con valores enteros por el PLC, con varios rangos de precisión dependiendo del dispositivo o del número de bits disponibles para almacenar los datos. Presión, temperatura, flujo, y peso son normalmente representados por señales analógicas. Las señales analógicas pueden usar tensión o intensidad con una magnitud proporcional al valor de la señal que procesamos. A medida que los requerimientos de control se hacen más complicados, aparecen los sistemas inteligentes, periféricos cuentan con un microprocesador propio, que descargan en parte el trabajo de la CPU, para hacer más rápida la ejecución del programa del usuario. Estas interfases inteligentes pueden manipular datos, resolver ecuaciones aritméticas, comparaciones, conteos de alta velocidad.

De entre todos los tipos de interfaces que existen, las interfaces específicas permiten la conexión con elementos muy concretos del proceso de automatización. Se pueden distinguir entre ellas tres grupos bien diferenciados:

- Entradas / salidas especiales.
- Entradas / salidas inteligentes

- 
- Procesadores periféricos inteligentes.

Las interfaces especiales del primer grupo se caracterizan por no influir en las variables de estado del proceso de automatización. Únicamente se encargan de adecuar las E/S, para que puedan ser inteligibles por la CPU, si son entradas, o para que puedan ser interpretadas correctamente por actuadores (motores, cilindros, etc.), en el caso de las salidas. Las del segundo grupo admiten múltiples modos de configuración, por medio de unas combinaciones binarias situadas en la misma tarjeta. De esta forma se descarga de trabajo a la unidad central, con las ventajas que conlleva. Los procesadores periféricos inteligentes, son módulos que incluyen su propio procesador, memorias y puntos auxiliares de entrada / salida.

Estos procesadores contienen en origen un programa especializado en la ejecución de una tarea concreta, a la que le basta conocer los puntos de consigna y los parámetros de aplicación para ejecutar, de forma autónoma e independiente de la CPU principal, el programa de control.

### **Entradas - Salidas**

La sección de entradas mediante el interfaz, adapta y codifica de forma comprensible para la CPU las señales procedentes de los dispositivos de entrada o captadores.

Hay dos tipos de entradas:

- Entradas digitales
- Entradas analógicas

La sección de salida también mediante interfaz trabaja de forma inversa a las entradas, es decir, decodifica las señales procedentes de la CPU, y las amplifica y manda con ellas los dispositivos de salida o actuadores como lámparas, relees... aquí también existen unos interfaces de adaptación a las salidas de protección de circuitos internos.

---

Hay dos tipos de salidas:

- Salidas digitales
- Salidas analógicas

### **Entradas y Salidas Discretas**

Estas interfaces tienen la simple función de informar a la CPU, de la presencia o ausencia de señal, tensión o corriente, en un circuito, apertura o cierre de un contacto, pulsador, límite de carrera, etc.

En el caso de las salidas estas conectan o desconectan al circuito de actuación de un solenoide, contactor, lámpara, etc. Las interfaces discretas abarcan un rango muy amplio de opciones de operación. Un contacto externo al controlador puede estar conectado a distintos voltajes, según la máquina o proceso lo mismo para otro tipo de captor.

Existen entonces interfaces para corriente alterna, corriente continua y a su vez para distintos niveles y tipos de tensiones que van desde los cinco voltios hasta niveles industriales. Las interfaces de entrada-salida suelen estar construidas de forma de módulos que se alojan en bases de montaje, controladores modulares, o bien formando parte del controlador, compactos.

Tanto las entradas como las salidas pueden tener un borne común, para varias de ellas o bien estar dispuestas en forma individual aisladas entre sí. Los módulos de entrada digitales permiten conectar al Controlador Lógico Programable de tipo todo o nada como finales de carrera pulsadores, llaves, etc. Los módulos de entrada digitales trabajan con señales de tensión, por ejemplo cuando por una vía llegan 24 voltios se interpreta como un "1" y cuando llegan cero voltios se interpreta como un "0"

El proceso de adquisición de la señal digital consta de varias etapas.

- Protección contra sobre tensiones

- 
- Filtrado
  - Puesta en forma de la onda
  - Aislamiento galvánico o por opto acoplador.

**Las entradas digitales pueden ser discretas o de palabras:**

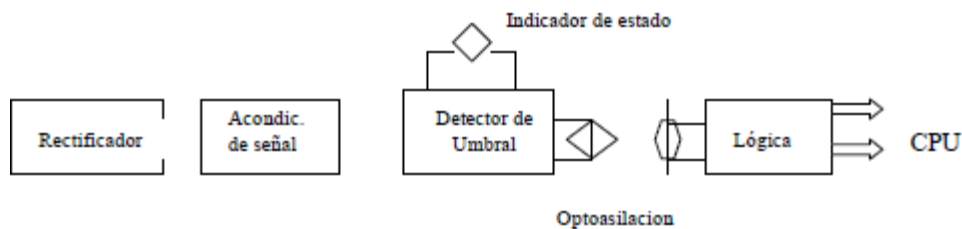
### **Entradas Discretas**

Dentro de cada interface de entrada discreta, existe un elemento rectificador y un acondicionador de señal que elimina los ruidos de líneas y rebates de contactos. Luego un tercer elemento detecta el umbral de tensión de activación y finalmente a través de una optoaislación se conecta a la lógica de la CPU. Esta aislación es para asegurar el funcionamiento confiable del controlador.

El último bloque de una entrada es el que comunica a la lógica del sistema un uno o un cero según el nivel de tensión de entrada. Esto es siempre complementado por un indicador de nivel del estado de entrada constituido generalmente por un LED. El estado activado – desactivado de cada entrada se guarda en tablas de memorias, memorias imagen o registro de imagen, para que una vez por cada barrido del programa del usuario informen su estado a la CPU y luego se vuelven a actualizar.

Estas interfases tienen la simple función de informar a la CPU del estado de presencia o ausencia de tensión en un circuito (cierre o apertura de un Contactor, pulsador, etc.). Las interfases discretas abarcan un amplio rango de opciones, un contacto externo puede estar conectado a distintos voltajes, según la máquina o el proceso. Existen interfases para corriente continua o alterna, y a su vez para distintos niveles de tensiones.

Las interfases están construidas de forma de módulos que se alojan en bases de montaje, estructura semimodular o modular, o formando parte del conjunto estructura compacta.



## Salidas Discretas

Un módulo de salida digital permite al Consolador Lógico Programable actuar sobre los preaccionadores y accionadores que admitan ordenes de tipo todo o nada.

El valor binario de las salidas digitales se convierte en la apertura o cierre de un relee interno del autómatas en el caso de módulos de salidas a relé. En los módulos estáticos (bornero), los elementos que conmutan son los componentes electrónicos como transistores o triacs, y en los módulos electromecánicos son contactos de relees internos al módulo.

Los módulos de salidas estáticos al suministrar tensión, solo pueden actuar sobre elementos que trabajan todos a la misma tensión, en cambio los módulos de salida electromecánicos, al ser libres de tensión, pueden actuar sobre elementos que trabajen a tensiones distintas.

El proceso de envío de la señal digital consta de varias etapas:

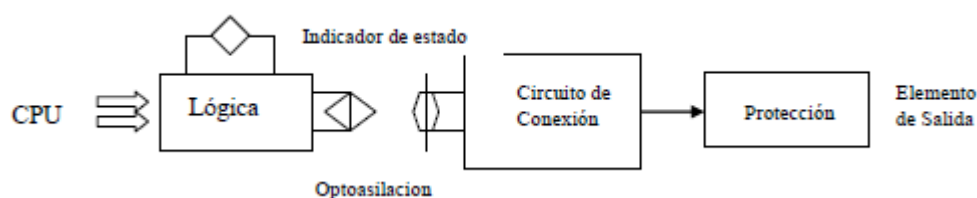
- Puesta en forma
- Aislamiento
- Circuito de mando (relee interno)
- Protección electrónica
- Tratamiento cortocircuitos



---

Las interfases de salida discretas son similares, la señal de activación originada por la CPU, es pasada por una optoaislación, seguida por un circuito que se encarga de disparar el elemento final de salida, relés, TRIACs, bobina, transistor de potencia, etc., existe además un elemento de protección contra sobrecargas o cortocircuitos. La detección del nivel de umbral de entrada causa una demora que varía según el fabricante y se estima en un valor promedio de 10 milisegundos, esta demora no es igual cuando se trata de conexión que de desconexión, siendo las salidas discretas que trabajan con corriente continua son más veloces que las de corriente alterna.

También, como en las entradas, el estado activado – desactivado de cada salida se guarda en tablas de memorias imagen o en registros de imagen, para que una vez por cada barrido del programa del usuario informen su estado a la CPU y luego se vuelven a actualizar.



## Entradas de Palabras

Las interfases de entradas de palabras permiten conectar elementos cuyas señales son palabras formadas por múltiples bits en paralelos, como por ejemplo llaves selectoras rotativas binarias. Las palabras pueden estar formadas por cuatro u ocho canales de entrada, cada canal permite conectar varias llaves del tipo binario, este tipo de entrada cuenta con un borne para activarlas de forma multiplexada de uno en uno en forma secuencial. Las entradas filtradas y luego en forma sincronizada se almacena en una memoria intermedia y permanecen allí hasta ser leídas, cuando la actualización de cada canal no es sincrónico con el barrido de la CPU, existe un sistema de protección para que el canal no se actualice en el momento en que esta leído.

---

## Salidas de Palabras

Las salidas de este tipo activan grupos de 8 o 16 bits, que forman palabras binarias. Se usan para manejar elementos como display de siete segmentos y otros elementos del proceso capaz de capaz este tipo de señales. Generalmente cuentan con una única bornera de 8/16 bornes y de una señal para sincronizar la lectura de varios canales por esa misma bornera. Las salidas son opto aisladas y poseen un sistema para evitar la actualización de los canales mientras se están siendo leídos.

## Entradas analógicas

Los módulos de entrada analógicas permiten que los Controlador Lógico Programable trabajen con accionadores de mando analógico y lean señales de tipo analógico como pueden ser la temperatura, la presión, el caudal, tensión o intensidad, etc. Los módulos de entradas analógicas convierten una magnitud analógica en un número que se deposita en una variable interna del Controlador Lógico Programable. Lo que realiza es una conversión A/D, puesto que el autómatas solo trabajar con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (número de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo muestreo).

El proceso de adquisición de la señal analógica consta de varias etapas:

- Filtrado
- Conversión A/D
- Memoria interna

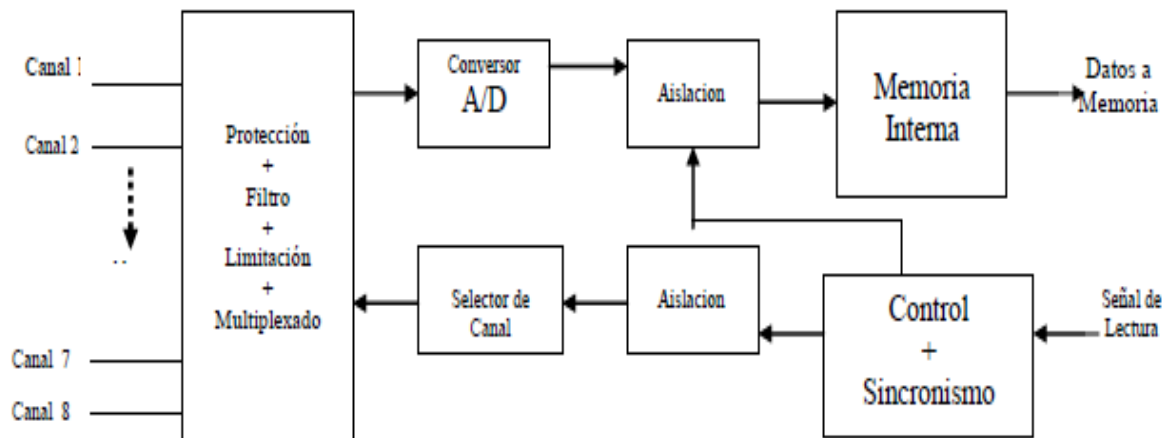
Un módulo clásico de entrada analógica puede tener, por ejemplo cuatro u ocho canales de entrada multiplexado. Poseen normalmente etapas en sus circuitos con frecuencias de filtrado y limitación de señal. La etapa limitadora previene la llegada al conversor analógico/digital de señales de valor excesivo o de polaridad incorrecta, las señales pueden ser además opto aisladas tanto en la entrada como

en el multiplexado. Luego de pasar por las etapas de filtrado y limitación, la señal analógica es transmitida al conversor analógico digital desde donde la señal digital equivalente pasa por una memoria intermedia y luego a la memoria de estados de entrada y salidas del controlador, dentro de esta etapa también se encuentran circuitos de sincronismos para seleccionar el canal que debe ser leído en forma secuencial y transportar el valor hasta la memoria intermedia.

También posee circuitos de inhibición para evitar la lectura por la CPU simultáneamente de valores en la memoria intermedia, de la misma manera que en los módulos de entrada.

El tiempo de lectura y actualización de los estados de entrada analógico está determinado por el modulo en sí y es independiente del tiempo de barrido de la CPU. De otro modo, el tiempo no depende de cuantas veces lee la CPU en estado de la memoria intermedia, sino de la mayor o menor velocidad del ciclo del conversor analógico/digital.

Luego del proceso de lectura, los datos obtenidos se transfieren a posiciones de memoria, desde donde el programa escrito por el usuario toma los valores para realizar las operaciones.



---

## Salidas analógicas

Los módulos de salida analógica permiten que el valor de una variable numérica interna del autómata se convierta en tensión o intensidad. Lo que realiza es una conversión D/A, puesto que el Controlador Lógico Programable solo trabaja con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (número de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo muestreo).

Esta tensión o intensidad puede servir de referencia de mando para actuadores que admitan mando analógico como pueden ser los variadores de velocidad, las etapas de los tiristores de los hornos, reguladores de temperatura... permitiendo al Controlador Lógico Programable realizar funciones de regulación y control de procesos continuos.

El proceso de envío de la señal analógica consta de varias etapas:

- Aislamiento galvánico
- Conversión D/A
- Circuitos de amplificación y adaptación
- Protección electrónica de la salida

Como hemos visto las señales analógicas sufren un gran proceso de adaptación tanto en los módulos de entrada como en los módulos de salida. Las funciones de conversión A/D y D/A que realiza son esenciales.

Por ello los módulos de E/S analógicos se les consideran módulos de E/S especiales. Los tamaños de las palabras son de 10 bits o menores, esa longitud de palabra da una resolución de una parte en mil veinticuatro ( $1/1024$ ) que corresponde aproximadamente 0,01 volt si se trabaja entre 0 y 10 volt. Los módulos de este tipo pueden manejar entre cuatro u ocho salidas, tiene circuitos de aislación antes de entrar al conversor digital/analógico, control de sincronismo y control para evitar choques entre la lectura y escritura de cada una de las salidas de los canales.

---

## **Módulos de Funciones Especiales**

Todas las interfases o adaptadores descriptos hasta ahora tienen la tarea de convertir señales de entrada en valores aceptables para la CPU, o convertir las señales entregadas por la CPU en valores convenientes para los actuadores.

Cuando los PLC deben controlar procesos o máquinas que requieren tareas mas complejas, como por ejemplo, resolución de ecuaciones que requieren aritmética avanzada, emisión de informes en códigos ASCII, control de velocidades superiores al barrido del equipo, repuestas a señales que no pueden aceptar demoras, control de lazos PID, estas tipo de tareas pueden resultar limitaciones que estén dadas por la falta de capacidad de los controladores para atender en un tiempo razonable esas operaciones sin dejar de lado la resolución de la lógica de contacto.

Para ello se diseñaron módulos de entrada/salida con concepto de modulo inteligente de funciones especiales, estos tiene la capacidad propia para el procesamiento de datos y no influyen en el tiempo de barrido del contador, por contar con su propio microprocesador y un barrido asincrónico con respecto a la CPU, pero con la capacidad de tomar, modificar y escribir datos en la memoria.

### **Módulo de Entrada de Pulsos de Alta Velocidad**

Permite conectar al sistema dispositivos que producen trenes de pulsos demasiado rápidos para que el barrido del controlador, pueda reaccionar o efectuar conteos, ejemplo, caudalímetro, turbinas, tacómetros, etc.

Este tipo de módulos tiene entradas/salidas, por las que ingresan las señales de frecuencias hasta 100 Khz., y las salidas pueden adoptar resultados de conexión/desconexión de acuerdo al programa que el usuario carga en la memoria del módulo.

---

El programa consiste fundamentalmente comparar entre los valores reales de conteo, con los que el usuario prefija, o pueden ser tomados de la memoria principal del PLC, cuando se alcanzan los valores prefijados, se activan las salidas del módulo y/o se actualizan los estados de la memoria del PLC. Cuando se usa un caudalímetro que envía pulsos, el módulo puede efectuar conteos de acuerdo a una unidad de tiempo, pulsos/segundos.

### **Módulo de Control de Ejes**

Este módulo tiene generalmente la función de controlar la posición punto a punto de servomotores en lazos cerrados, tienen la posibilidad de manejar el posicionamiento de varios ejes a la vez. La tarea principal del módulo es el cómputo de velocidad y posición independientemente del barrido del PLC. Para ello el módulo, cuenta con su propia CPU y se programa con el lenguaje de alto nivel por medio de una PC o una terminal sin inteligencia. Además estos módulos pueden almacenar distintos perfiles de funcionamiento en tablas que son consultadas desde el programa del usuario.

Este tipo de módulo cuenta con pódicos de comunicación que pueden usarse para emitir reportes a una impresora o algún periférico en serie, centro de mecanización, maquinas-herramientas, robots de soldadura, etc...

### **Módulo de Entrada de Termocuplas**

Proveen de alta precisión en las lecturas de Termocuplas, usando resoluciones de hasta catorce bits, la señal que se le envía al PLC puede ser expresada en grados Celsius, grados Fahrenheit, o en milivolts.

La calibración del módulo, ajuste de cero y rango se realizan de manera similar a los métodos de calibración de transmisores, estos ajustes dan la posibilidad de lograr una alta resolución en bajas temperaturas manteniendo el rango al máximo.

---

El módulo permite la conexión de varias Termocuplas, que constituyen canales de entrada que se interpretan secuencial mente mediante un barrido propio del módulo. El tiempo aproximado para ocho canales es de 40 milisegundos, los canales que no se usen pueden ser deshabilitados para aumentar la velocidad de barrido.

### **Módulo de Entrada de Termo resistencias**

Mediante la lectura de un valor de resistencia y su posterior conversión, este módulo es capaz de enviar señales a la CPU del PLC en varios formatos, grados Celsius, grados Fahrenheit, Ohm o valor numérico. El módulo posee una inteligencia necesaria para convertir el valor de resistencia leído en formato útil para el usuario sin el empleo de tablas de conversiones. Otra de las ventajas de este tipo de módulo son las compensaciones de la resistencia de cables y capacidad de detectar circuitos abiertos.

### **Modulo BASIC Programable**

Cuando se necesitan cálculos complejos, estadística, etc. se puede utilizar este tipo de módulo, que no es más que una pequeña computadora con su propia CPU, y memorias que acepta programas escritos en lenguaje BASIC. El módulo posee una comunicación directa con la CPU del PLC y otros pórtricos para poder conectar periféricos tales como terminales sin inteligencia, lectores de códigos de barra, impresoras, etc. Con el uso del Basic se pueden hacer cálculos para resolver lazos de control PID, cuando el PLC no incluya como capacidad propia, el programa se almacena en RAM, soportadas por baterías pero con la posibilidad de transferir en forma automática, datos a memorias que permanezcan inalterables ante falta de energía.

Otra de las aplicaciones es la de mantener en la memoria del módulo, una cantidad de recetas de distintos productos a elaborar, las cuales se pueden descargar a pedido del operador en el momento adecuado, modificando las posiciones de memoria requeridas por el PLC

---

## **5.5 Descripción del proceso a resolver mediante el control PLC de la Banda transportadora.**

En este apartado se realizará una descripción de los programas utilizados en el proyecto, así como de sus características más importantes.

La instalación aquí contemplada consta de tres bandas transportadoras destinadas a transportar piezas. Donde la instalación antepuesta a las bandas transportadoras alimenta la banda con piezas cada 30 segundos. Por esta banda, cada pieza necesitara aproximadamente un minuto para llegar. Como la instalación antepuesta puede presentar tiempos muertos, las bandas transportadoras deberán ponerse en marcha y parar automáticamente si hay que transportar piezas o no.

Las bandas transportadoras deben por tanto conectar ambos puntos, por la distancia a recorrer se opta por un sistema de tres bandas transportadoras. La carga media a transportar se considera homogénea y con unas dimensiones de centímetros variables.

Debido al criterio utilizado en el envío de carga, la instalación ha sido dividida en tres zonas:

- La primera zona está formada por la banda transportadora número uno o banda transportadora de carga. En esta área es donde se alimenta la cinta.
- La segunda zona, formada por las bandas transportadora dos. Donde en cada banda tarda un minuto en llegar.
- La tercera y última zona la constituye la banda tres o banda de descarga. Al igual que en la primera, su velocidad ha sido limitada por seguridad.



---

### **5.5.1 Criterios de diseño y dimensionamiento de la instalación.**

El funcionamiento de la instalación comienza con el encendido de ésta mediante el interruptor principal. En este momento se activan los contactores de alimentación de los variadores y de los motores según los criterios de programación.

Cuando el sensor detector de piezas detecta que la carga ha sido colocada sobre la banda, se da la orden de arranque al variador, el motor arranca suavemente mediante una rampa de aceleración hasta que la banda alcanza la consigna de velocidad.

Cuando la carga llega a la segunda banda transportadora y es detectada por el sensor 2 activa el segundo variador y con él motor de las banda 2. Por último la cinta 3 se activa, cuando el sensor 3 detecta el paso de carga, de forma análoga a lo sucedido en las bandas anteriores se activa el motor de la cinta 3.

---

## **VI. Hipótesis y variables**

Mediante la nueva propuesta del diseño de mando de bandas transportadoras utilizando un PLCs se puede gobernar las tres bandas transportadoras tanto sus tiempos muertos, paro y marcha de la misma y sustituir el mando convencional por medio de temporizadores y contactores.

### **Variables**

1. Pertinencia de la Información.
2. Funcionalidad de la Información.
3. Adecuación de la Información.
4. Velocidad , tiempo

---

## **VII. Metodología de Trabajo**

La metodología que se utilizara para este estudio de tesis es la investigación documental y de campo. La investigación de campo recaba información en el lugar de los hechos y acopia información que no está registrada, ni documentada utilizando técnicas, así mismo exige contacto con la realidad estudiada. La investigación documental se adquiere en documentos, realiza la labor de analizarla y ordenarla.

En esta metodología se hace un análisis del proceso que realiza la banda transportadora utilizada para el transporte de piezas, donde se requiera poder implementar un sistema de control automatizado de bandas transportadora, con el módulo lógico programable logo, con la ayuda del software Logo Soft Comfort, realizando los siguientes pasos para poder ser aplicados.

### **7.1 Recopilación de la información y trabajo de campo**

El objetivo es identificar los tiempos muertos cada proceso, además verificar si las bandas transportadoras deberán ponerse en marcha y parar automáticamente si hay que transportar piezas o no.

Algunos datos como el proceso de arranque de las bandas transportadoras y los sistemas de seguridad o protección de la misma, velocidades del motor y control sobre el sistema.

### **7.2 Procedimientos para el control de la cinta transportadora en logo Soft Comfort**

- Primero, debemos definir la relación entre los dispositivos físicos y las entradas/salidas del módulo lógico programable.

- 
- Segundo, con la ayuda del diagrama de control industrial realizamos las ecuaciones lógicas que establezcan las condiciones de movimientos.
  - Tercero, diseñamos y programamos el esquema de mando.
  - Cuarto, Realizamos las simulaciones pertinentes que aseguren que el programa se ajusta a la descripción de funcionamiento dada.
  - Quinto, transferimos el programa desde la computadora hacia el LOGO 230 RC.
  - --Realizar las conexiones del módulo lógico programable con los dispositivos físicos que intervienen en el esquema de maniobra (bobina del contactor y relé, además de los pulsadores). Se comprobará el correcto funcionamiento de la maniobra antes de iniciar el montaje del circuito de potencia en los laboratorios.
  - --Realizar las conexiones del esquema de potencia en los laboratorios de máquinas eléctricas de la FEC.

### **7.3 Análisis de datos**

Una vez que la información ha sido recopilada en los pasos anteriores del estudio, la información deberá ser capturada y ordenada para proceder a su análisis, datos como:

- Funcionamiento del actual mecanismo.
- Elementos de seguridad y protección
- Gobierno del sistema

Con la finalidad de identificar las áreas de oportunidad para mejorar el proceso que ofrezca la menor intervención humana.

---

#### **7.4 Análisis de problemas potenciales**

Identificar cualquier problema potencial para adelantarnos a la falla y darle la solución más adecuada para evitar posibles paradas de planta innecesarias.

#### **7.5 Búsqueda en el mercado local los equipos**

De acuerdo a la teoría desarrollada y a las necesidades que presente la planta se necesita la búsqueda empresas distribuidoras de convertidores de frecuencia para la evaluación de las propuestas, en cuanto a los siguientes aspectos:

- Soporte técnico
- Capacidad de adquisición de variadores
- Instalación del equipo
- Capacitación del personal en manejo, operación y programación de los variadores.
- Costo

#### **7.6 Elaborar el informe del estudio para la implementación del sistema**

El paso final es el de preparar un informe que contenga las observaciones y conclusiones del estudio del uso e implementación del nuevo sistema propuesto de automatización de la banda transportadora de piezas, haciendo énfasis en las oportunidades de la mejora de los procesos e incluso ahorro de energía. Ya que algunos sistemas de control trabajan con el uso de temporizadores y contactores el mando.

---

## VIII. Programación del PLCs logo 230 RC

El control de las bandas transportadoras se realiza mediante el editor Logo Soft Comfort, utilizando el diagrama KOP (diagrama escalera o símbolos eléctricos), existen otros 2 tipos de diagramas eléctricos como los son el AWL (lista de instrucciones) y el FUP (símbolos lógicos).

El editor funciona más que nada como el enlace entre el programa y el PLC, tanto las entradas y salidas se pueden ver en la computadora y determinar que contactos se van cerrando o el tiempo que lleva un timer trabajando, esto facilita mucho el modo de operación, porque es fácil saber la causa de que exista un error o qué es lo que está fallando en los contactos físicos (sensores, botones, interruptores, etc.).

### ➤ Que es logo

Es un módulo lógico universal para la electrotecnia, que permite solucionar las aplicaciones cotidianas con un confort decisivamente mayor y menos gastos."

"Mediante LOGO! se solucionan tareas o funciones en las técnicas de instalaciones en edificios y en la construcción de máquinas y aparatos (p.ej controles de puertas, ventilación, bombas de aguas, etc.)". Ideales para solucionar pequeños problemas de automatismos en instalaciones domésticas donde un autómatas puede parecer un exceso.

Toda la programación se realiza, de una forma bastante sencilla, con las 6 teclas que están situadas en su frontal. La visualización del programa, estado de entradas y salidas, parámetros, etc., se realiza en una pequeña pantalla LCD de forma gráfica.

---

La intensidad permanente en los bornes de salida varía según el modelo, siendo en todos los casos inferior a 10 A, por lo tanto si el poder de corte que necesitamos es mayor, están disponibles unos contactores auxiliares, a 24 ó 230v, de hasta 25A, que puede ser alojado directamente en el raíl del cuadro de protección.

El modelo LOGO! 230 RLB dispone de una entrada para el bus ASi (Interface Actuator Sensor) y puede conectarse como esclavo junto a un autómatas de la serie S7-200.

Todos los modelos de LOGO! permiten ser conectados a un PC con un cable especial que distribuye la propia Siemens. Curiosamente este cable cuesta tanto como los Logo! más económicos.

La programación se realiza en un lenguaje gráfico de puertas lógicas. Los que conozcan el Step 5 apreciarán el parecido con el modo FUP de los autómatas S5.

Las funciones básicas (and, or, nand, nor, etc...) son idénticas en todos los modelos. Las funciones especiales, como relojes, temporizadores, etc, están limitadas en alguno de los modelos de gama baja, por lo tanto se hace imprescindible consultar las características para saber si el Logo! adquirido puede realizar lo que teníamos previsto.

➤ **Existen 3 modos de funcionamiento:**

Modo programación - Para elaborar el programa

Modo RUN - Para poner en marcha el Logo!

Modo parametrización - Para modificar los parámetros de algunas de las funciones, tiempo, computo, relojes, etc.

El modo parametrización resulta muy interesante ya que permite al usuario realizar los ajustes de la instalación sin modificar el programa. El técnico, en modo

---

programación, decidirá cuales son los parámetros que el usuario pueda cambiar. Es decir que si desea que el tiempo de un temporizador no sea modificado, se puede configurar dicho bloque para que no esté disponible en la parametrización

Las principales ventajas que aporta este software con respecto a la programación directa en el aparato son:

Permite imprimir y visualizar los esquemas programados.

Permite la simulación, de forma gráfica, para comprobar el funcionamiento del circuito sin estar conectado al LOGO!. Las entradas se pueden definir como pulsadores o interruptores.

Los pequeños cartuchos de memoria EEPROM pueden ser programados directamente con el PC en conexión directa con el cable.

Los programas se pueden almacenar en disco en formato de fichero.

Las entradas y salidas tienen la posibilidad de etiquetarse con comentarios.

La Ayuda es un estupendo manual de usuario en el que podemos aclarar cualquier duda de programación. Incluyendo las características técnicas de todos los modelos de LOGO! disponibles en la actualidad.

Limitaciones relacionadas con la capacidad de almacenamiento y magnitud del circuito:

Entre una salida y una entrada es posible prever hasta 7 bloques en serie.

Un programa no puede tener más de 30 bloques. Si se utilizan varias funciones especiales el número de bloque se reduce correspondientemente.



---

### ➤ **Funciones Generales**

Las operaciones combinacionales más comunes se realizan con los bloques de funciones básicas, conexión serie, paralelo, negación, etc.

Todas las funciones AND, OR, XOR, NAND y NOR tienen tres entradas y una salida. La función inversora, NOT, tiene una entrada y una salida. Y la función OR exclusiva (XOR) posee dos entradas y una salida.

### ➤ **Funciones Especiales**

Temporizador con retardo a la conexión

Activa la salida Q una vez que ha transcurrido el tiempo programado.

Temporizador con retardo a la desconexión

Desactiva la salida una vez transcurrido el tiempo programado. El temporizador se pone en marcha en flanco descendente.

### ➤ **Relé de impulsos**

Tiene el mismo funcionamiento que un telerruptor. La salida cambia de estado, de 0 a 1, cada vez que cambia la señal en la entrada Trg.

### ➤ **Reloj**

Permite controlar los instantes de activación y desactivación de la salida en un día de la semana y a una hora determinada con la precisión de un minuto.

---

➤ **Relé de automantenimiento**

Función biestable R-S. Permite realizar la función paro-marcha típica de los automatismos a contactores. La situación no permitida  $R=1$   $S=1$  se soluciona dando preferencia a R.

➤ **Generador de pulsos**

Genera pulsos de reloj a intervalos iguales. Funcionamiento similar a un intermitente.

➤ **Temporizador a la conexión con memoria.**

De funcionamiento similar al temporizador a la conexión, pero con la característica que no es necesario mantener la señal en Trg para que el temporizador funcione.

---

## **IX. Solución al control de las bandas transportadoras**

En este apartado se realizará una descripción de los programas utilizados en el proyecto, así como de sus características más importantes.

La instalación aquí contemplada consta de tres bandas transportadoras destinadas a transportar piezas. Donde la instalación antepuesta a las bandas transportadoras alimenta la banda con piezas cada 30 segundos. Por esta banda, cada pieza necesitara aproximadamente un minuto para llegar. Como la instalación antepuesta puede presentar tiempos muertos, las bandas transportadoras deberán ponerse en marcha y parar automáticamente si hay que transportar piezas o no.

Las bandas transportadoras deben por tanto conectar ambos puntos, por la distancia a recorrer se opta por un sistema de tres bandas transportadoras. La carga media a transportar se considera homogénea y con unas dimensiones de centímetros variables.

Debido al criterio utilizado en el envío de carga, la instalación ha sido dividida en tres zonas:

- La primera zona está formada por la banda transportadora número uno o banda transportadora de carga. En esta área es donde se alimenta la cinta.
- La segunda zona, formada por las bandas transportadora dos. Donde en cada banda tarda un minuto en llegar.
- La tercera y última zona la constituye la banda tres o banda de descarga. Al igual que en la primera, su velocidad ha sido limitada por seguridad.

### **9.1 Descripción del funcionamiento**

El funcionamiento de la instalación comienza con el encendido de ésta mediante el interruptor principal. En este momento se activan los contactores de alimentación de los variadores y de los motores según los criterios de programación.

---

Cuando el sensor detector de piezas detecta que la carga ha sido colocada sobre la banda, se da la orden de arranque al variador, el motor arranca suavemente mediante una rampa de aceleración hasta que la banda alcanza la consigna de velocidad.

Cuando la carga llega a la segunda banda transportadora y es detectada por el sensor 2 activa el segundo variador y con él motor de las banda 2. Por último la cinta 3 se activa, cuando el sensor 3 detecta el paso de carga, de forma análoga a lo sucedido en las bandas anteriores se activa el motor de la cinta 3.

### Solución

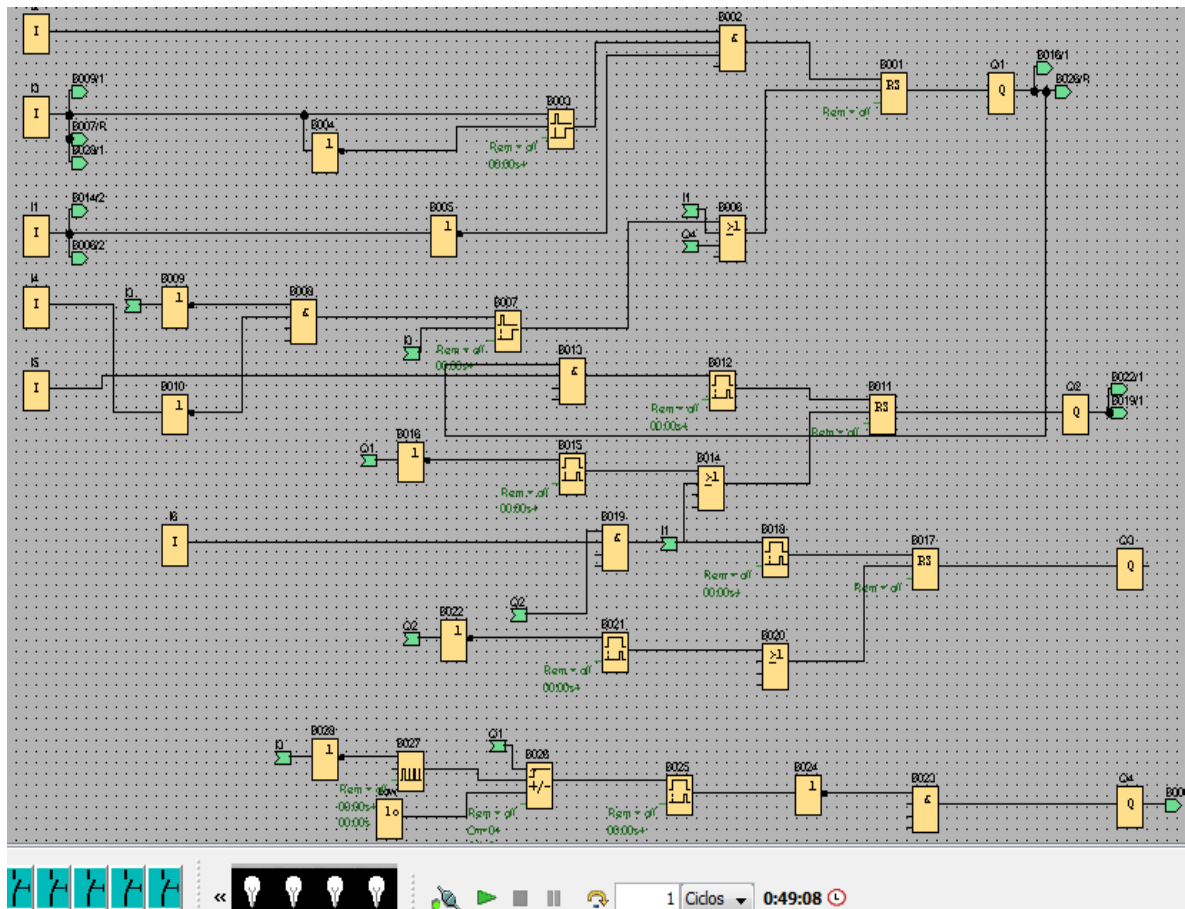
La instalación se pone en marcha mediante un pulsador conectado al borne I2 y se para mediante un pulsador de PARO conectado a la entrada I1. Cada una de las 3 cintas es accionada por un motor (bornes Q1, Q2, Q3), y 3 detectores de proximidad detectan las piezas en cada una de las bandas (bornes I4, I5, I6).

Un cuarto detector de proximidad (borne I3) detecta la presencia de piezas al comienzo de la banda 1 (piezas provenientes de la instalación antepuesta).

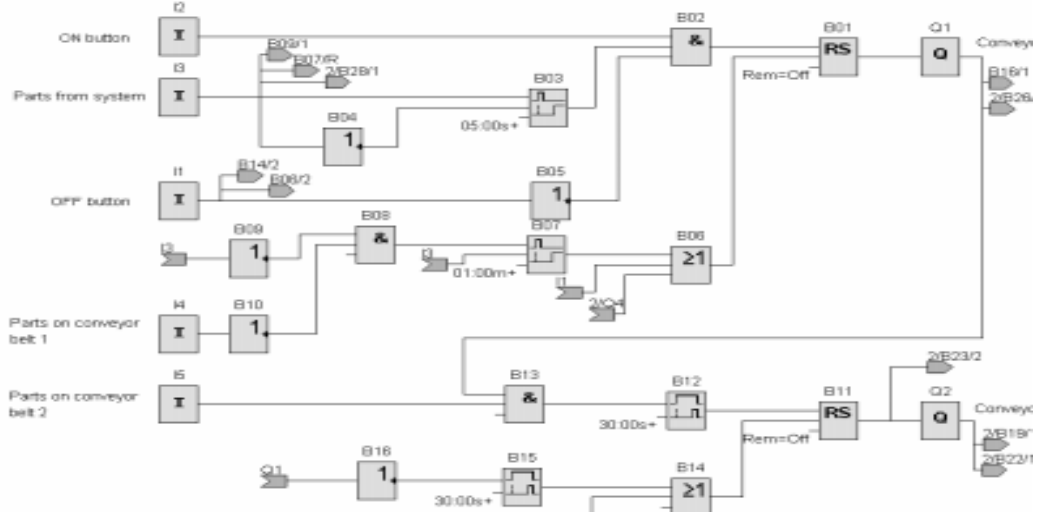
Cuando está apretado el pulsador MARCHA para transportar las piezas, las cintas arrancan consecutivamente (cinta 1, después banda 2, después cinta 3). Si el tiempo transcurrido antes de llegar una pieza supera 1 minuto, las bandas se paran sucesivamente (banda 1, después banda 2, después banda 3).

Si la instalación antepuesta no suministra ninguna pieza a las cintas en un intervalo de 100 segundos, se tiene un tiempo muerto de 15 minutos, lo que se indica mediante una lámpara de señalización conectada al borne Q4.

## 9.2 Mando de Banda Transportadora con LOGO



Controlling Conveyor Belts



---

### 9.3 Componentes utilizados

- LOGO 24R
- I1 Pulsador PARO, contacto NA
- I2 Pulsador MARCHA, contacto NA
- I3 Sensor para detectar las piezas provenientes de la instalación antepuesta, contacto NA
- I4 Sensor para detectar las piezas en la cinta 1, contacto NA
- I5 Sensor para detectar las piezas en la cinta 2, contacto NA
- I6 Sensor para detectar las piezas en la cinta 3, contacto NA
- Q1 Cinta 1
- Q2 Cinta 2
- Q3 Cinta 3
- Q4 Lámpara de señalización

### 9.4 Ventajas y particularidades

Es posible definir otros tiempos de conmutación, a elección. Modificación simple de instalaciones existentes. Todos los sensores pueden conectarse directamente al LOGO!. La aplicación requiere menos componentes que la solución anterior.

---

## **X. Conclusiones**

En este apartado se realizará una breve descripción de los aspectos más relevantes conseguidos con la realización de este estudio de tesis.

Como objetivo principal del proyecto se ha desarrollado un software en lenguaje de programación de logosoft para el control de 3 bandas automatizada de transporte,

En los siguientes puntos se realizará una exposición de los objetivos específicos conseguidos, las ventajas de los métodos utilizados y sus posibles alternativas, para cada uno de los apartados del proyecto.

Se logró conocer las diferentes herramientas del software logo Soft comfort para poder automatizar un proceso mediante un lenguaje de programación propio de este software para el control de las bandas transportadoras.

Además se elaboró el diseño del control y mando de las tres bandas transportadoras de piezas mediante el software logo Soft Comfort que garantice el envío, tiempos muertos para el control de cada banda transportadora.

Por lo tanto con el estudio se pretende aumentar el conocimiento en la programación de PLCs para la realización de proyectos industriales.

---

## **XI. Bibliografía**

- Lopez ROA, Agustín. Bandas transportadoras. Edición: CIE inversiones editoriales dossat-2000,383p.
- Manual del Curso PLC LOGO de SIEMENS edición 2013.
- Chapman, Stephen J. Máquinas Eléctricas. McGraw-Hill. 2005.Pág 382, 389, 452, 458.
- ROLDÁN VILORIA José. Motores Eléctricos Automatismos de Control. Editorial Paraninfo. Madrid. 1989.
- FITZGERALD A. E. Máquinas Eléctricas. Editorial Mc Graw-Hill. México. 1986.
- DANFOS, “Generalidades sobre variadores de velocidad y arrancadores suaves”. [Material gráfico proyectable].2007.
- CREUS Antonio, Instrumentación industrial, Octava Edición, México, Alfaomega Grupo Editor, S.A. Septiembre de 2010, Pag 280-290
- SABACA, Mariano (2006). Automatismos y cuadros eléctricos. McGraw Hill.
- Productos y servicios Automatización y Control Variadores de velocidad. Recuperado de <http://www.schneiderelectric.es/sites/spain/es/inicio.page>
- Jose Garcia Trasancos, Instalaciones eléctricas en media y baja tensión. Adaptado al nuevo RTB. 2002.5ta edición.